

Docket No.: OMY-0034  
(PATENT)

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:  
Masatoshi Shiraishi, et al.

Application No.: Not Yet Assigned

Confirmation No.:

Filed: Concurrently Herewith

Art Unit: N/A

For: SUBSTRATE PROCESSING METHOD AND  
SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS

Examiner: Not Yet Assigned

**CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS**

MS Patent Application  
Commissioner for Patents  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	JP2002-370789	December 20, 2002
Japan	JP2003-072292	March 17, 2003
Japan	JP2003-336552	September 26, 2003

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: December 16, 2003

Respectfully submitted,

By 

Robert S. Green

Registration No.: 41,800

RADER, FISHMAN & GRAUER PLLC

1233 20th Street N.W., Suite 501

Washington, DC 20036

(202) 955-3750

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月17日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-072292  
Application Number:

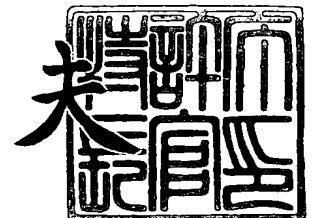
[ST. 10/C]: [JP 2003-072292]

出願人 東京エレクトロン株式会社  
Applicant(s):

2003年 8月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3062649

【書類名】 特許願

【整理番号】 03EA005

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 白石 雅敏

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 中間 将次

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100104215

【弁理士】

【氏名又は名称】 大森 純一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 069085

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809566

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板処理方法及び基板処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (a) 基板の表面にレジストを塗布する工程と、

(b) 前記基板の表面に塗布された前記レジストを、前記基板の表面側及び裏面側から加熱する工程と、

(c) 加熱された前記レジストをハーフ露光する工程とを具備することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の基板処理方法であって、前記工程 (b) は、

(d) 前記基板の表面側から第 1 の温度で加熱する工程と、

(e) 前記基板の裏面側から第 2 の温度で加熱する工程とを具備することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の基板処理方法であって、前記工程 (d) は、

前記基板の表面側から 70℃～200℃で加熱する工程を具備することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 4】 請求項 2 に記載の基板処理方法であって、前記工程 (e) は、

前記基板の裏面側から 90℃～150℃で加熱する工程を具備することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の基板処理方法であって、

(f) 前記工程 (b) の途中で、少なくとも前記レジストにかかる気圧を調節する工程

を更に具備することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の基板処理方法であって、前記工程 (f) は、

少なくとも前記レジストにかかる気圧を、常圧から 5 Pa～100 Pa 減圧させる工程



を具備することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 7】 請求項 1 に記載の基板処理方法であって、

前記工程 (b) は、

前記レジストを加熱する加熱時間を 60 秒～300 秒に調節する工程

を具備することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 8】 基板上に塗布されたレジストをハーフ露光する露光装置との間で前記基板の受け渡しを行うことが可能な基板処理装置であって、

前記基板の表面にレジストを塗布する塗布部と、

前記基板の表面に塗布された前記レジストを、前記基板の表面側及び裏面側から加熱する加熱部と、

前記加熱部により加熱された基板を前記露光装置に渡すことが可能なインターフェース部と

を具備することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の基板処理装置であって、

前記加熱部は、

前記基板の表面に塗布された前記レジストを、前記基板の表面側から第 1 の温度で加熱する第 1 の熱板と、

前記基板の表面に塗布された前記レジストを、前記基板の裏面側から第 2 の温度で加熱する第 2 の熱板と

を具備することを特徴とする基板処理装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば液晶表示デバイス等に使用されるガラス基板や半導体基板を処理する基板処理方法及び基板処理装置に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

LCD (Liquid Crystal Display) の製造工程において、LCD 用のガラス基板上に ITO (Indium Tin Oxide) の薄膜や電極パターンを形成するために、半

導体デバイスの製造に用いられるものと同様のフォトリソグラフィ技術が利用される。フォトリソグラフィ技術では、フォトレジストをガラス基板に塗布し、これを露光し、さらに現像する。

#### 【0003】

上記露光する手法として、いわゆるハーフ露光がある。通常の露光の場合には、露光しない部分はマスクで覆われ遮光される。これに対しハーフ露光では、使用される1枚のマスクにおいて光の透過率に差を設けたハーフトーンマスク等を用い、例えば通常の場合よりも露光量の少ない部分、つまり露光されるレジストの深さが部分的に浅い箇所を意図的に形成させることが可能となる。これにより、マスクで覆われない部分（完全に露光される部分）、ハーフトーンで覆われる部分（露光が浅い部分）及びマスクで覆われる部分（露光されない部分）という具合に露光の深さに差をつけることができ、1枚のマスクで異なるレジスト膜厚を形成することが可能となる。したがってハーフ露光では使用するマスクの枚数を減らすことができ、マスク交換工程の分だけ処理時間を短縮することができる（例えば、特許文献1参照。）。

#### 【0004】

##### 【特許文献1】

特開平09-080740号公報（段落[0002]、[0003]等）。


#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

通常、ハーフトーンマスクには同一形状・同一面積の半遮光部分が複数設けられており、ハーフ露光される深さ・幅が同一になることが望まれる。

#### 【0006】

しかしながら、ハーフ露光される場合には、光が照射される部分によってハーフ露光される深さや幅が異なってしまい、現像後のレジストの残膜が不均一になる。すなわち、現像後のレジストパターンのアスペクト比やピッチが不均一になってしまうという問題がある。実際、所望の値に対して10%以上のばらつきが見られる。このため、例えばエッチング後に形成される複数の電極間の距離が不均一になり、スイッチング時間が場所によって異なるようになり、例えば液晶に



よる画像の表示時において色ムラなどの原因となる。

**【0007】**

上記事情に鑑み、本発明は、ハーフ露光された部分の残膜の均一性を向上させることができる基板処理方法及び基板処理装置を提供することを目的とする。

**【0008】****【課題を解決するための手段】**


上記目的を達成するため、本発明に係る基板処理方法は、(a) 基板の表面にレジストを塗布する工程と、(b) 前記基板の表面に塗布された前記レジストを、前記基板の表面側及び裏面側から加熱する工程と、(c) 加熱された前記レジストをハーフ露光する工程とを具備する。

**【0009】**

このような構成であれば、基板の裏面側からレジストを乾燥させ、またレジストの表面を焼き固めることができる。レジスト表面を焼き固めて、裏面からの加熱による水分の蒸発を抑え、一定の水分をレジスト内部に残留させる。これにより、レジストの裏面側に水分含有量の少ないフラットな層を形成させ、レジストの表面から中間にかけては残留した水分が含まれる層を形成させる。レジストが露光反応するには水分が必要であり、ハーフ露光ではレジストの水分が少ない領域では露光反応を起こさないため、レジスト裏面側のフラットな層は露光されない。現像により、この露光反応が起こらないフラットな層が残膜となる。このように、レジストのある深さのところで、現像後の残膜が露光量に影響されないフラットな層を形成することができ、レジストの深さ方向の溶解特性を制御することができる。これにより、ハーフ露光された部分の残膜の均一性を向上させることができる。ここで、ハーフ露光とは、例えば光の透過率に差を設けたハーフトーンマスク等を用い、通常の露光の場合よりも露光量の少ない部分、つまり露光されるレジストの深さが部分的に浅い箇所を意図的に形成させる露光方法をいう(以下同じ)。

**【0010】**

本発明の一の形態に係る基板処理方法は、前記工程(b)は、(d) 前記基板の表面側から第1の温度で加熱する工程と、(e) 前記基板の裏面側から第2の



温度で加熱する工程とを具備する。

**【0011】**

このような構成であれば、第1の温度と第2の温度とを別々に設定できるためレジストの種類が異なる場合でもそれぞれの工程において独立して最適な温度で加熱することができる。

**【0012】**

本発明の一の形態に係る基板処理方法は、前記工程（d）は、前記基板の表面側から70℃～200℃で加熱する工程を具備する。

**【0013】**

このような構成であれば、第1の温度を70℃～200℃と可変することによりレジストの種類に応じた最適な温度で加熱することができる。

**【0014】**

本発明の一の形態に係る基板処理方法は、前記工程（e）は、前記基板の裏面側から90℃～150℃で加熱する工程を具備する。

**【0015】**

このような構成であれば、第2の温度を90℃～150℃と可変することにより、レジストの種類に応じた最適な温度で加熱することができる。

**【0016】**

本発明の一の形態に係る基板処理方法は、（f）前記工程（b）の途中で、少なくとも前記レジストにかかる気圧を調節する工程を更に具備する。

**【0017】**

このような構成であれば、レジストの種類が異なる場合でも、それぞれの工程において、そのレジストの種類に応じた最適な気圧で加熱することができる。

**【0018】**

本発明の一の形態に係る基板処理方法は、前記工程（f）は、前記工程（b）の途中で少なくとも前記レジストにかかる気圧を、常圧から5Pa～100Pa減圧させる工程を具備する。

**【0019】**

このような構成であれば、レジストにかかる気圧を常圧から5Pa～100Pa



aと可変に減圧させることで、レジストの種類が異なる場合でも、そのレジストの種類に応じた最適な気圧で加熱することができる。

#### 【0020】

本発明の一の形態に係る基板処理方法は、前記工程（b）は、前記レジストを加熱する加熱時間を60秒～300秒に調節する工程を具備する。

#### 【0021】

このような構成であれば、レジストの加熱時間を60秒～300秒と可変することで、レジストの種類が異なる場合でも、そのレジストの種類に応じた最適な加熱時間で加熱することができる。

#### 【0022】

本発明に係る基板処理装置は、基板上に塗布されたレジストをハーフ露光する露光装置との間で前記基板の受け渡しを行うことが可能な基板処理装置であって、前記基板の表面にレジストを塗布する塗布部と、前記基板の表面に塗布された前記レジストを、前記基板の表面側及び裏面側から加熱する加熱部と、前記加熱部により加熱された基板を前記露光装置に渡すことが可能なインターフェース部とを具備する。

#### 【0023】

このような構成であれば、加熱部のうち基板の裏面側からの加熱により塗布部で塗布されたレジストを乾燥させ、また基板の表面側からの加熱によりこのレジストの表面を焼き固めることができる。レジスト表面を焼き固めて、裏面からの加熱による水分の蒸発を抑え、一定の水分をレジスト内部に残留させる。これにより、レジストの裏面側に水分含有量の少ないフラットな層を形成させ、レジストの表面から中間にかけては残留した水分が含まれる層を形成させる。レジストが露光反応するには水分が必要であり、ハーフ露光ではレジストの水分が少ない領域では露光反応を起こさないため、レジスト裏面側のフラットな層は露光されない。現像により、この露光反応が起こらないフラットな層が残膜となる。このように、加熱部によりレジストのある深さのところで現像後の残膜が露光量に影響されないフラットな層を形成することができ、結果として現像時のレジストの深さ方向の溶解特性を制御することができる。これにより、ハーフ露光された部

分の残膜の均一性を向上させることができる。

#### 【0024】

本発明の一の形態に係る基板処理装置は、前記加熱部は、前記基板の表面に塗布された前記レジストを、前記基板の表面側から第1の温度で加熱する第1の熱板と、前記基板の表面に塗布された前記レジストを、前記基板の裏面側から第2の温度で加熱する第2の熱板とを具備する。

#### 【0025】

このような構成であれば、第1の温度で加熱する熱板と、第2の温度で加熱する熱板とが独立して温度設定が可能であるため、レジストの種類が異なる場合でもそれぞれの熱板においてレジストの種類に応じた最適な温度で加熱することができる。

#### 【0026】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。

#### 【0027】

##### (塗布現像処理装置)

図1は本発明が適用されるLCD基板の塗布現像処理装置を示す平面図であり、図2はその正面図、また図3はその背面図である。

#### 【0028】

この塗布現像処理装置1は、複数のガラス基板Gを収容するカセットCを載置するカセットステーション2と、基板Gにレジスト塗布及び現像を含む一連の処理を施すための複数の処理ユニットを備えた処理部3と、露光装置32との間で基板Gの受け渡しを行うためのインターフェース部4とを備えており、処理部3の両端にそれぞれカセットステーション2及びインターフェース部4が配置されている。

#### 【0029】

カセットステーション2は、カセットCと処理部3との間でLCD基板の搬送を行うための搬送機構10を備えている。そして、カセットステーション2においてカセットCの搬入出が行われる。また、搬送機構10はカセットの配列方向

に沿って設けられた搬送路 12 上を移動可能な搬送アーム 11 を備え、この搬送アーム 11 によりカセット C と処理部 3 との間で基板 G の搬送が行われる。

#### 【0030】

処理部 3 には、X 方向に沿ってレジスト塗布処理ユニット (CT) を含む各処理ユニットが並設された上流部 3b 及び現像処理ユニット (DEV) を含む各処理ユニットが並設された下流部 3c とが設けられている。

#### 【0031】

上流部 3b において、カセットステーション 2 側端部には、カセットステーション 2 側から、基板 G 上の有機物を除去するためのエキシマ UV 処理ユニット (e-UV) 19 と、基板 G にスクラビングブラシで洗浄処理を施すスクラバ洗浄処理ユニット (SCR) とが設けられている。

#### 【0032】

スクラバ洗浄処理ユニット (SCR) の隣には、ガラス基板 G に対して熱的処理を行うユニットが多段に積み上げられた熱処理系ブロック 24 及び 25 が配置されている。これら熱処理系ブロック 24 と 25 との間には、垂直搬送ユニット 5 が配置され、搬送アーム 5a が Z 方向及び水平方向に移動可能とされ、かつ  $\theta$  方向に回転可能とされているので、両ブロック 24 及び 25 における各熱処理系ユニットにアクセスして基板 G の搬送が行われるようになっている。なお、垂直搬送ユニット 7 についてもこの垂直搬送ユニット 5 と同一の構成を有している。

#### 【0033】

図 2 に示すように、熱処理系ブロック 24 には、基板 G にレジスト塗布前の加熱処理を施すベーキングユニット (BAKE) が 2 段、HMD S ガスにより疎水化処理を施すアドヒージョンユニット (AD) が下から順に積層されている。一方、熱処理系ブロック 25 には、基板 G に冷却処理を施すクーリングユニット (COL) が 2 段、アドヒージョンユニット (AD)、搬送装置 30 が下から順に積層されている。

#### 【0034】

熱処理系ブロック 25 に隣接してレジスト処理ブロック 15 が X 方向に延設されている。このレジスト処理ブロック 15 は、基板 G にレジストを塗布するレジ

スト塗布処理ユニット (CT) と、減圧により前記塗布されたレジストを乾燥させる減圧乾燥ユニット (VD) と、本発明に係る基板 G の周縁部のレジストを除去するエッジリムーバ (ER) とが設けられて構成されている。このレジスト処理ブロック 15 には、レジスト塗布処理ユニット (CT) からエッジリムーバ (ER) にかけて移動する図示しないサブアームが設けられており、このサブアームによりレジスト処理ブロック 15 内で基板 G が搬送されるようになっている。

#### 【0035】

レジスト処理ブロック 15 に隣接して多段構成の熱処理系ブロック 26 が配設されており、この熱処理系ブロック 26 には、基板 G にレジスト塗布後の加熱処理を行うプリベーキングユニット (PREBAKE) が 3 段積層され、その下に搬送装置 40 が設けられている。

#### 【0036】

下流部 3c においては、図 3 に示すように、インターフェース部 4 側端部には、熱処理系ブロック 29 が設けられており、これには、クーリングユニット (COL)、露光後現像処理前の加熱処理を行うポストエクスポージャーベーキングユニット (PEBAKE) が 2 段、下から順に積層されている。

#### 【0037】

熱処理系ブロック 29 に隣接して現像処理を行う現像処理ユニット (DEV) が X 方向に延設されている。この現像処理ユニット (DEV) の隣には熱処理系ブロック 28 及び 27 が配置され、これら熱処理系ブロック 28 と 27 との間には、上記垂直搬送ユニット 5 と同一の構成を有し、両ブロック 28 及び 27 における各熱処理系ユニットにアクセス可能な垂直搬送ユニット 6 が設けられている。また、現像処理ユニット (DEV) に隣接して、i 線処理ユニット (i-UV) 33 が設けられている。

#### 【0038】

熱処理系ブロック 28 には、クーリングユニット (COL)、基板 G に現像後の加熱処理を行うポストベーキングユニット (POBAKE) が 2 段、下から順に積層されている。一方、熱処理系ブロック 27 も同様に、クーリングユニット (COL)、ポストベーキングユニット (POBAKE) が 2 段、下から順に積

層されている。

#### 【0039】

インターフェース部4には、正面側にタイトラー及び周辺露光ユニット (T i t l e r / E E) 22が設けられ、垂直搬送ユニット7に隣接してエクステンションクーリングユニット (E X T C O L) 35が、また背面側にはバッファカセット34が配置されており、これらタイトラー及び周辺露光ユニット (T i t l e r / E E) 22とエクステンションクーリングユニット (E X T C O L) 35とバッファカセット34と隣接した露光装置32との間で基板Gの受け渡しを行う垂直搬送ユニット8が配置されている。この垂直搬送ユニット8も上記垂直搬送ユニット5と同一の構成を有している。

#### 【0040】

(塗布現像処理工程)

以上のように構成された塗布現像処理装置1の処理工程について説明する。先ずカセットC内の基板Gが処理部3部における上流部3bに搬送される。上流部3bでは、エキシマUV処理ユニット (e - U V) 19において表面改質・有機物除去処理が行われ、次にスクラバ洗浄処理ユニット (S C R) において、基板Gが略水平に搬送されながら洗浄処理及び乾燥処理が行われる。続いて熱処理系ブロック24の最下段部で垂直搬送ユニットにおける搬送アーム5aにより基板Gが取り出され、同熱処理系ブロック24のベーキングユニット (B A K E) にて加熱処理、アドヒージョンユニット (A D) にて、ガラス基板Gとレジスト膜との密着性を高めるため、基板GにHMD S ガスを噴霧する処理が行われる。この後、熱処理系ブロック25のクーリングユニット (C O L) による冷却処理が行われる。

#### 【0041】

次に、基板Gは搬送アーム5aから搬送装置30に渡され、搬送装置30により基板Gがレジスト塗布処理ユニット (C T) に搬送され、レジストの塗布処理が行われた後、減圧乾燥処理ユニット (V D) にて減圧乾燥処理、エッジリムーバ (E R) にて基板周縁のレジスト除去処理が順次行われる。

#### 【0042】

次に、基板Gが搬送装置40に渡され、この搬送装置40により垂直搬送ユニット7の搬送アームに渡される。そして熱処理系ブロック26におけるプリベーキングユニット(PREBAKE)にて加熱処理が行われた後、熱処理系ブロック29におけるクーリングユニット(COL)にて冷却処理が行われる。続いて基板Gはエクステンションクーリングユニット(EXTCOL)35にて冷却処理されるとともに露光装置にて露光処理される。

#### 【0043】

次に、基板Gは垂直搬送ユニット8及び7の搬送アームを介して熱処理系ブロック29のポストエクスポージャーベーキングユニット(PEBAKE)に搬送され、ここで加熱処理が行われた後、クーリングユニット(COL)にて冷却処理が行われる。そして基板Gは垂直搬送ユニット7の搬送アームを介して、現像処理ユニット(DEV)において基板Gは略水平に搬送されながら現像処理、リンス処理及び乾燥処理が行われる。

#### 【0044】

次に、基板Gは熱処理系ブロック28における最下段から垂直搬送ユニット6の搬送アーム6aにより受け渡され、熱処理系ブロック28又は27におけるポストベーキングユニット(POBAKE)にて加熱処理が行われ、クーリングユニット(COL)にて冷却処理が行われる。そして基板Gは搬送機構10に受け渡されカセットCに収容される。

#### 【0045】

(熱処理装置)

次に、図4に基づいて、本発明に係る基板処理装置の熱処理系ブロックに設けられるプリベーキングユニットについて説明する。図4は、そのプリベーキングユニットの断面図であり、内部構造を示すものである。

#### 【0046】

基板Gに塗布されたレジストRを加熱するプリベーキングユニット38は、その内部に処理室42、上部駆動機構43を有する。処理室42は、実際に基板Gの加熱処理を行うところであり、基板Gの表面側からレジストRを加熱する上段プレート45、基板Gの裏面側からレジストRを加熱する下段プレート46、処

理室 4 2 内のガスを排気する排気口 4 7 を有する。

【0047】

上段プレート 4 5 は、上部駆動機構 4 3 を構成する上部エアシリンダ 5 1 により処理室 4 2 内を垂直方向に昇降可能となるように設けられる。上部エアシリンダ 5 1 の上部ピストン 5 2 は、処理室 4 2 の天井 4 2 a に開けられた貫通孔 4 2 c を貫通させて支持部材 5 4 に取り付けられる。このピストン 5 2 の垂直移動により上段プレート 4 5 を昇降させることができる。

【0048】

下段プレート 4 6 は、処理室 4 2 の床 4 2 b に載置される。下段プレート 4 6 は、基板 G との間に隙間を作るプロキシミティピン 5 5 と、このプロキシミティ 5 5 に基板 G を載置するときに支持する支持ピン 5 7 を貫通させるための貫通孔 5 6 とを有する。支持ピン 5 7 は、図示しない例えばエアシリンダやステッピングモータ等により垂直方向に昇降させることができる。

【0049】

上段プレート 4 5 及び下段プレート 4 6 は、例えばアルミ等の金属で形成され、内部には例えば図示しない電熱線等の発熱機構が設けられる。また、それぞれのプレート 4 5、4 6 には、加熱制御部 7 0 が設けられている。プレート 4 5、4 6 の加熱温度、加熱時間はこの加熱制御部 7 0 により制御される。排気口 4 7 は、配管 4 8 を介してポンプ 5 0 に接続される。ポンプ 5 0 には加熱時の排気圧を制御する気圧制御部 7 3 が設けられている。処理室 4 2 内の気圧の制御は、気圧制御部 7 3 によりポンプ 5 0 が制御されることで行われる。

【0050】

次に、図 5 に基づいてそれぞれのプレートの加熱温度、加熱時間を制御する制御系について説明する。

【0051】

図 5 (a) に示すように、加熱制御部 7 0 は、加熱温度制御部 7 1 及び加熱時間制御部 7 2 を有する。加熱温度制御部 7 1 は、上段プレート 4 5 の温度を制御する上段プレート温度制御部 7 1 a、下段プレート 4 6 の温度を制御する下段プレート温度制御部 7 1 b に分かれており、上段プレート 4 5、下段プレート 4 6

の温度は独立して制御される。これにより、レジストの種類に応じて最適な温度で加熱することができる。上段プレート温度制御部 71a、下段プレート温度制御部 71b は、それぞれプレート 45、46 の例えば電熱線等に接続され、各電熱線に流れる電流の大きさを制御することでそれぞれのプレート 45、46 の温度を制御する。上段プレート 45、下段プレート 46 の加熱時間を制御する加熱時間制御部 72 は、それぞれのプレート 45、46 の例えば電熱線等の発熱機構に取り付けられる。所定の時間が過ぎると、例えば電熱線に流れる電流をストップさせることによりプレート 45、46 の加熱時間を制御する。加熱時間制御部 72 は、図 5 (b) に示すように、上段プレート時間制御部 72a と、下段プレート時間制御部 72b とを有し、プレート 45、46 による加熱時間を独立して制御するようにしても良い。これにより、レジストの種類に応じて最適な温度で加熱することができる。

#### 【0052】

(基板処理工程)

次に、基板処理の工程について説明する。

#### 【0053】

図 6 は、本発明の工程を示したフロー図である。レジスト処理ブロック 15 において、例えばスピコート法により、基板 G の表面にレジスト R を塗布する（ステップ 1）。レジスト R の材料は例えばノボラック樹脂系のものを用いる。

#### 【0054】

次に、熱処理系ブロック 26 のプリベーキングユニット 38 で、上段プレート 45、下段プレート 46 によりレジスト R を加熱する（ステップ 2）。プリベーキングユニット 38 へ基板を搬入する際には上部駆動機構 43 により適宜上段プレートを上下に移動させて、基板 G を搬入しやすくしても良い。基板 G を支持ピン 57 に載置し、下部駆動機構により図 7 (a) に示すように、プロキシミティピン 55 に載置する。この状態で上段プレート 45、下段プレート 46 によりレジスト R を加熱する。なお、図の理解を容易にするため、基板の厚さに対するレジスト R の膜厚の比を大きくして模式的に示している。加熱を開始する段階では、レジスト R は水分を十分に含んでおり、このように水分を十分に含んだ状態の



レジスト R を符号 62 で示す。加熱の際には、上部駆動機構 43 により上段プレート 45 を適宜上下させて行っても良い。

#### 【0055】

図 8 はこのステップ 2 における加熱の条件を表に示したものである。表の上欄は加熱制御部 70 及び気圧制御部 73 で最適な制御範囲を示しており、下欄は本実施形態におけるノボラック樹脂系をレジストの材料としたときの最適値を示している。最適な制御範囲については、プレートの温度は、上段プレート 45 の温度は 70℃～200℃、下段プレート 46 の温度は 90℃～150℃の範囲で加熱することが好ましい。レジストの種類によって最適な加熱温度が異なるためである。このため、予め加熱温度制御部 71 の上段プレート温度制御部 71a、下段プレート温度制御部 71b を上記範囲内の温度に制御できるように設定しておく。このように温度範囲を設定することにより、レジストの種類に応じた最適値で加熱することができる。

#### 【0056】

プレートの加熱時間については、加熱時間制御部 72 を設定し、レジストの種類に応じて 60 秒～300 秒の範囲で制御することが好ましい。また、排気口 47 からの排気圧については、気圧制御部 73 を設定し、レジストの種類に応じて常圧から 5 Pa～100 Pa 減圧させるように制御にすることが好ましい。

#### 【0057】

本実施形態のノボラック樹脂系レジスト R では、上段プレート 45 の温度が 70℃～200℃、下段プレート 46 の温度が約 135℃、加熱時間が約 180 秒、排気圧が常圧から 10 Pa～50 Pa 減圧させた値とするのが最適値である。従ってこの範囲で加熱されるように、加熱温度制御部 71、加熱時間制御部 72、気圧制御部 73 に制御を行わせる。

#### 【0058】

この条件でレジスト R を加熱すると、図 7 (b) に示すように、上段プレート 45 による加熱により、レジスト R の表面が焼き固められた焼固部 63 が形成される。また、下段プレート 46 による加熱により水分が蒸発し、比較的水分が少ない乾燥部 64 が形成される。焼固部 63 が形成されることにより、下段プレー

ト 6 4 からの加熱により本来蒸発する水分が抑えられ、焼固部 6 3 と乾燥部 6 4 の中間に比較的水分が多い水分含有部 6 2 が残る。

#### 【0059】

次に、この状態でレジスト R の加熱を終了し、露光を行う（ステップ 3）。このときの様子を図 9 に示す。

#### 【0060】

図 9（a）は、レジスト R の露光領域 A、B、C について露光が行われる様子を示したものである。以下、本実施形態では露光領域 B と露光領域 C とで、レジスト R に照射される露光光の量に差がある場合について、例えば露光領域 B よりも露光領域 C の方が照射量が大きいとして説明する。

#### 【0061】

露光は、露光装置 3 2 で行われる。レジスト R をマスク 6 5 で覆い、マスク 6 5 の上からレジスト R に紫外線を照射する。露光領域 A では通常の露光が行われる。このためマスク 6 5 の露光領域 A に対応する部分に穴が明けられ、照射光が全透過するようになっている。また、露光領域 B、C ではハーフ露光が行われる。このため、露光領域 B、C に対応する部分にはハーフトーン 6 5 a が用いられ、照射光がほぼ半透過するようになっている。

#### 【0062】

図 9（b）は、レジスト R を露光している途中の様子を示したものであり、領域 C における露光反応が乾燥部 6 4 まで行われた状態を示している。領域 A では、乾燥部 6 4 の表面を少し進んだところまで露光反応が行われている。領域 B では、水分含有部 6 2 の約半分まで露光反応が行われている。露光反応は露光量の大きさに従って起こるため、このように露光途中の段階ではそれぞれの領域において反応の進み方に差が出ている。

#### 【0063】

図 9（c）は、この状態からさらにレジスト R に紫外線（g 線、i 線）を照射し、露光を終えたときの様子を示したものである。領域 A ではレジスト R の焼固部 6 3、水分含有部 6 2、乾燥部 6 4 の全てにおいて露光反応が起こる。領域 B、C では、露光領域 A と比べてレジスト R に照射される露光光の強度が小さく、

焼固部 63、水分含有部 62 では露光反応が起こるものの、乾燥部 64 までは露光反応が起こらない。図 9 (b) と比較すると、領域 C では水分含有部 63 まで進んだところから露光反応が起こっていない。このように領域 B、C では照射量が異なってもレジスト R の露光される深さは変わらない。

#### 【0064】

次に、レジスト R を現像する (ステップ 4) 。このときの様子を図 10 に示す。図 10 (a) は、露光されたレジスト R に現像液を供給する様子を示したものである。現像は塗布現像処理装置 1 の下流部 3 に設けられた現像部処理ユニット (DEV) で行われる。ノズル 66 から吐出された現像液 67 がレジスト R の表面に供給される。図 10 (b) に示すように、現像液 67 は、レジスト R のうち露光反応が起こった部分を溶解させる。この処理で、露光時にマスクで覆われていた部分についてはレジスト R が溶解せずに残り、領域 A のレジスト R はすべて溶解する。また、ハーフトーン 65 a で覆われていた領域 B、C については露光反応が起こらなかった乾燥部 64 のみが溶解せずに残る。本実施形態により、露光領域 B、C の残膜の膜厚は乾燥部 64 の厚さであり、およそ 8000 Å となる。このように、領域 B、C での露光量が異なっていたにも関わらず残膜を一定とすることができる。

#### 【0065】

図 11 から図 13 は、本実施形態についての実験を行った結果を示したものである。それぞれのグラフは、露光量とレジスト残膜厚との関係を示すグラフであり、横軸に露光量、縦軸にレジスト残膜厚をとっている。レジストの種類は本実施形態と同様にノボラック樹脂系のものを用いた。

#### 【0066】

図 11 は、下段プレート 46 の温度を 135℃にし、上段プレート 45 の温度をそれぞれ 70℃、135℃、200℃と変化させて加熱を行った場合の露光量とレジスト残膜厚との関係を示している。また、加熱の際に上段プレート 45 を用いなかった場合についての関係も示している。

#### 【0067】

上段プレート 45 の温度を 70℃、135℃、200℃とした場合について、

露光量が  $10 \sim 20$  ( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ ) の範囲でレジスト残膜厚がほぼ  $3000 \text{ \AA}$  と一定値を示す。上段プレート 45 の温度はレジスト残膜厚に対して影響が少ないことが分かる。この結果から、ハーフ露光の露光量を  $10 \sim 20$  ( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ )、好ましくは  $15 \sim 20$  ( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ ) の範囲となるように制御すれば、露光量のぶれによってもレジスト残膜厚を均一にすることができる。

#### 【0068】

図 12 は、下段プレート 46 の温度を  $135^\circ\text{C}$  にし、上段プレート 46 の温度を  $70^\circ\text{C} \sim 200^\circ\text{C}$  の範囲で任意に設定し、180 秒間加熱を行った場合において、排気圧を  $10 \text{ Pa}$ 、 $50 \text{ Pa}$ 、 $100 \text{ Pa}$  と変化させたときの露光量とレジスト残膜厚との関係をそれぞれ示している。

#### 【0069】

排気圧の値が  $10 \text{ Pa}$  の場合、露光量が  $10 \sim 20$  ( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ ) の範囲でレジスト残膜厚は  $8000 \text{ \AA}$  と、ほぼ一定値をとっている。排気圧の値が  $50 \text{ Pa}$  の場合、露光量が  $10 \sim 20$  ( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ ) の範囲でレジスト残膜厚は  $6000 \sim 7000 \text{ \AA}$  と、若干変化する。一方、排気圧の値が  $100 \text{ Pa}$  の場合は、露光量が  $10 \sim 20$  ( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ ) の範囲であってもレジスト残膜厚は露光量の増加と共に減少し、 $1000 \text{ \AA} \sim 6000 \text{ \AA}$  と大きく変化する。この結果から、加熱時の排気量を  $10 \sim 50 \text{ Pa}$ 、好ましくはほぼ  $10 \text{ Pa}$  に制御すれば、露光量が  $10 \sim 20$  ( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ ) の範囲でレジスト残膜厚を均一にすることができる。また、排気量を上記値に設定すれば、約  $8000 \text{ \AA}$  とほぼ理想的なレジスト残膜厚を得ることができる。

#### 【0070】

図 13 は、下段プレート 46 を  $115^\circ\text{C}$  にして加熱を行った場合において、上段プレートを用いなかった場合、上段プレートを用いてその温度を  $200^\circ\text{C}$  とした場合、上段プレートを用いてその温度を  $200^\circ\text{C}$  とし、さらに基板を裏返して（レジスト R が塗布された面を下段プレート 46 に対面させて）加熱した場合の値を示している。

#### 【0071】

いずれの場合も、レジスト残膜厚が一定値を取らず、露光量の増加と共にレジ

スト残膜厚は減少する。しかし、例えば排気圧、加熱時間を適当な値に設定することにより、レジスト残膜厚が一定値を取る場合も考えられる。

### 【0072】

#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ハーフ露光された部分の残膜の均一性を向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の一実施の形態に係る塗布現像処理装置の全体構成を示す平面図である。

##### 【図2】

図1に示す塗布現像処理装置の正面図である。

##### 【図3】

図1に示す塗布現像処理装置の背面図である。

##### 【図4】

プリベークングユニットの断面図である。

##### 【図5】

加熱処理の制御系を示す図である。

##### 【図6】

本発明に係る基板処理方法を示す工程図である。

##### 【図7】

レジストに加熱処理を施す様子を示す図である。

##### 【図8】

加熱処理時の最適条件を示す図である。

##### 【図9】

レジストに露光光を照射したときの変化の様子を示す図である。

##### 【図10】

レジストに現像液を供給したときの様子を示す図である。

##### 【図11】



露光量と現像後のレジストの残膜厚との関係を示すグラフである。

【図 1 2】

露光量と現像後のレジストの残膜厚との関係を示すグラフである。

【図 1 3】

露光量と現像後のレジストの残膜厚との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

G…基板

R…レジスト

1…塗布現像処理装置

4 5…上段プレート

4 6…下段プレート

4 7…排気口

6 2…水分含有部

6 3…焼固部

6 4…乾燥部

6 5 a…ハーフトーン部

7 1 a…上段プレート温度制御部

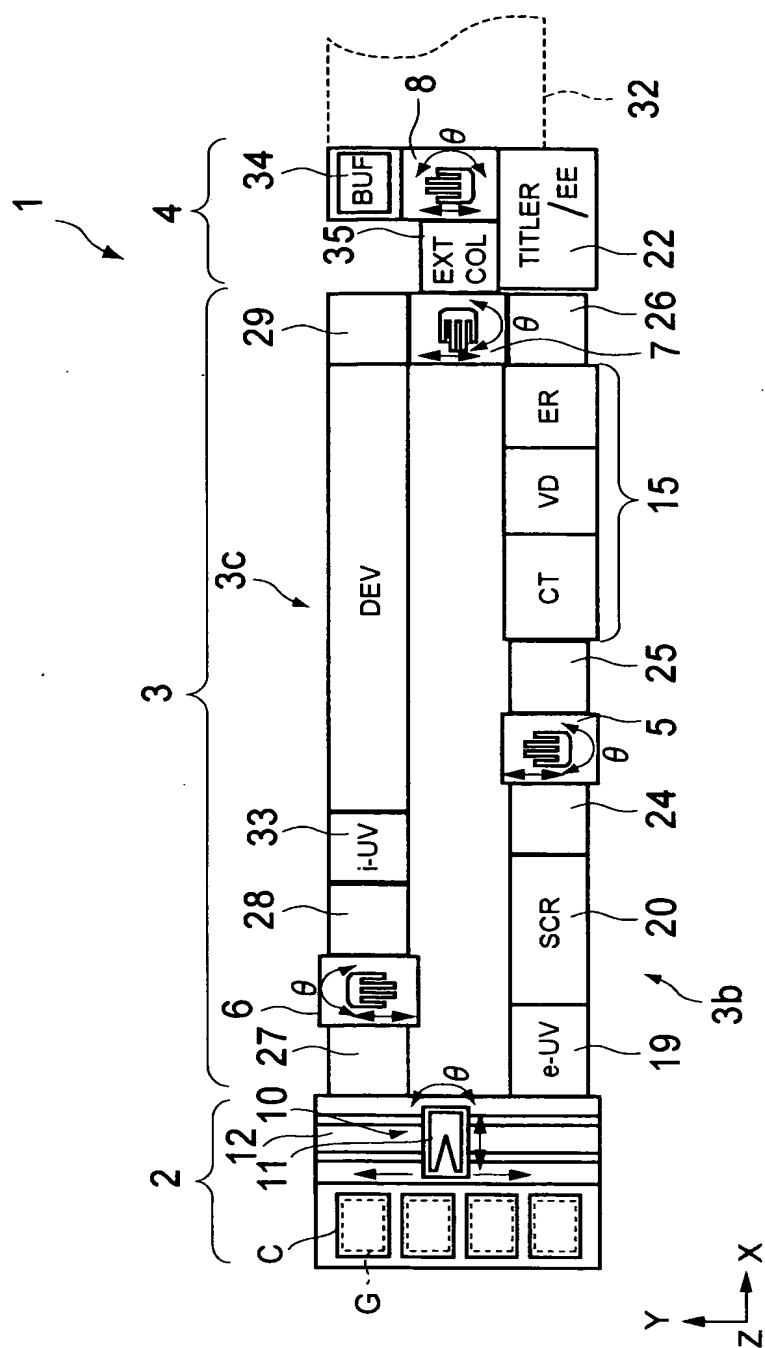
7 1 b…下段プレート温度制御部

7 2…加熱時間制御部

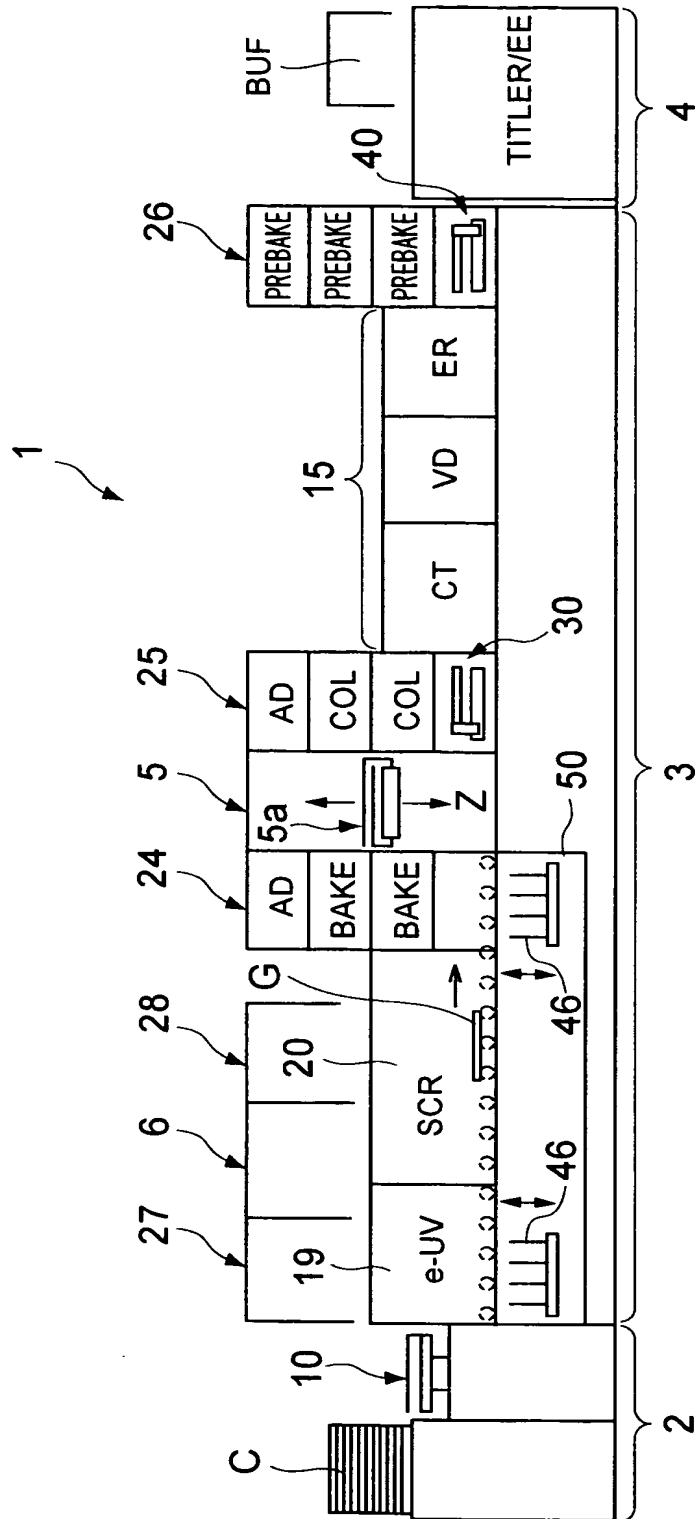
7 3…気圧制御部

【書類名】 図面

【図 1】

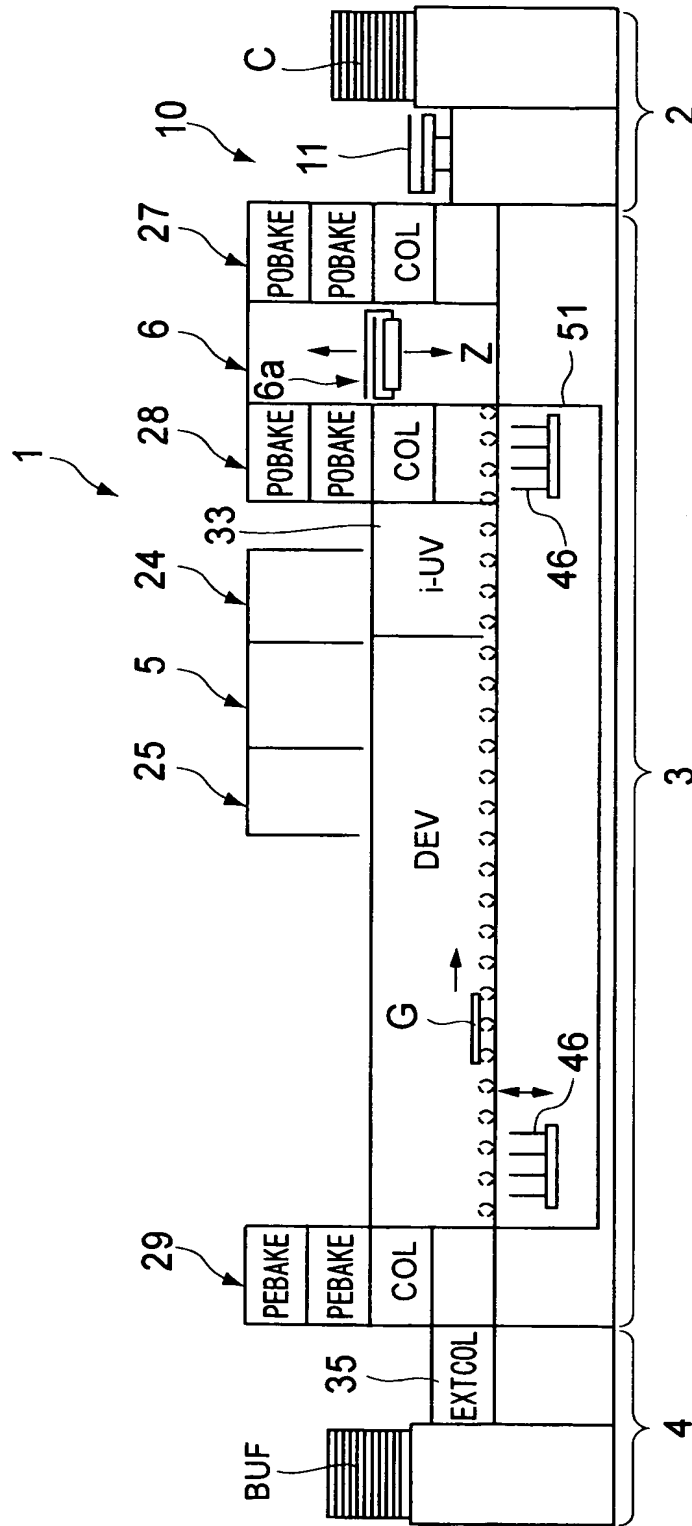


【図 2】

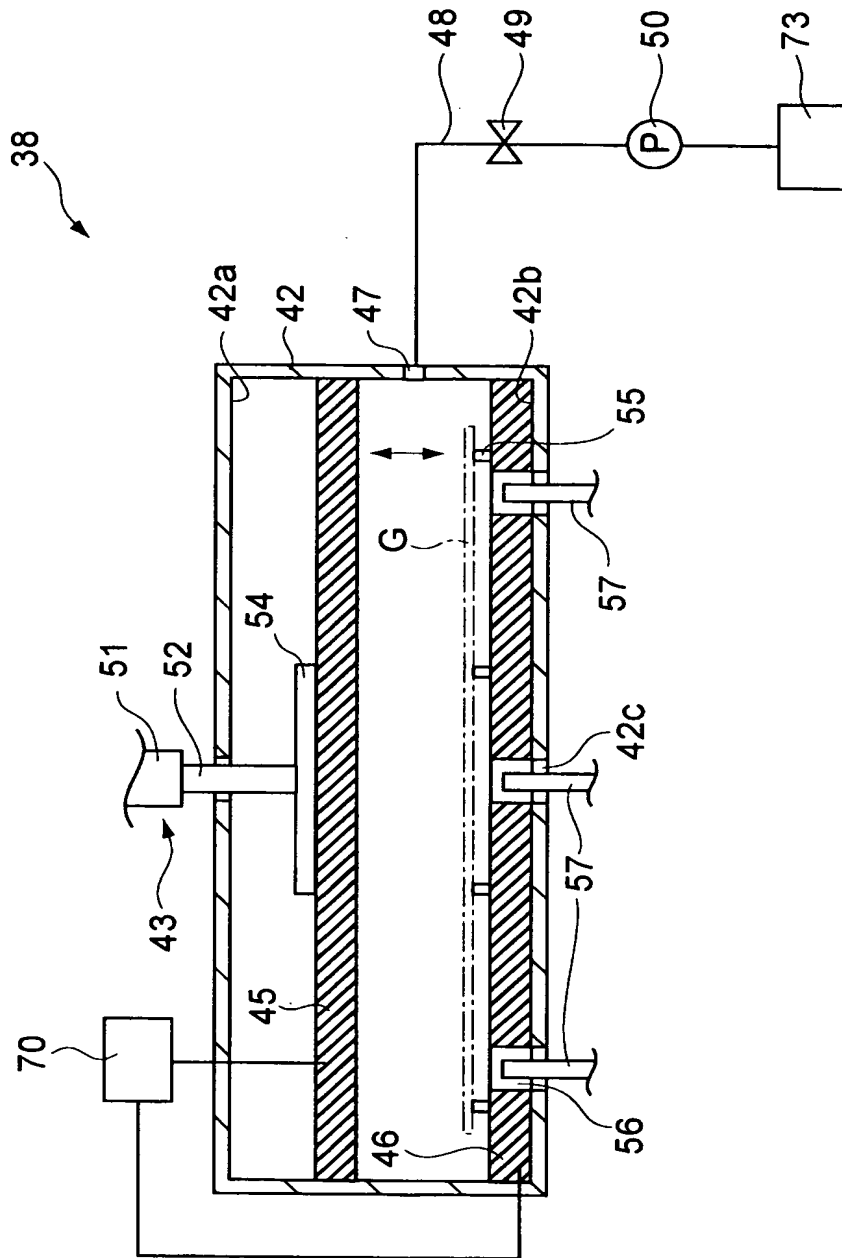




【図 3】

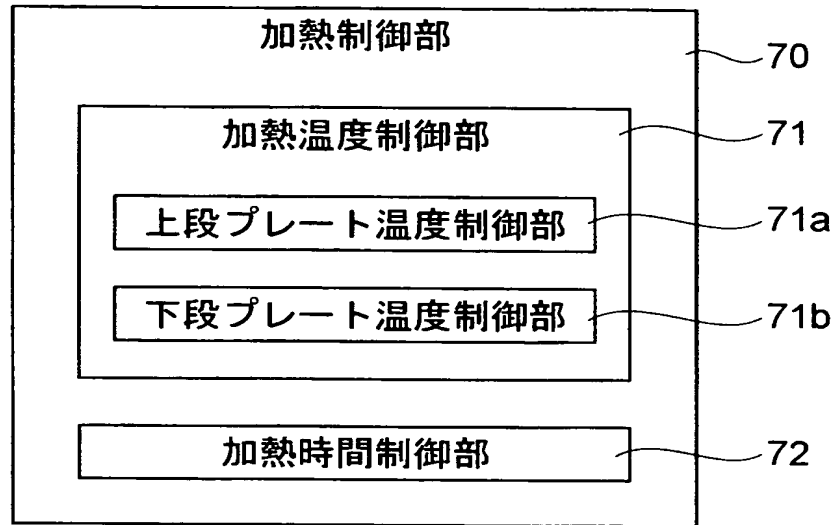


【図 4】

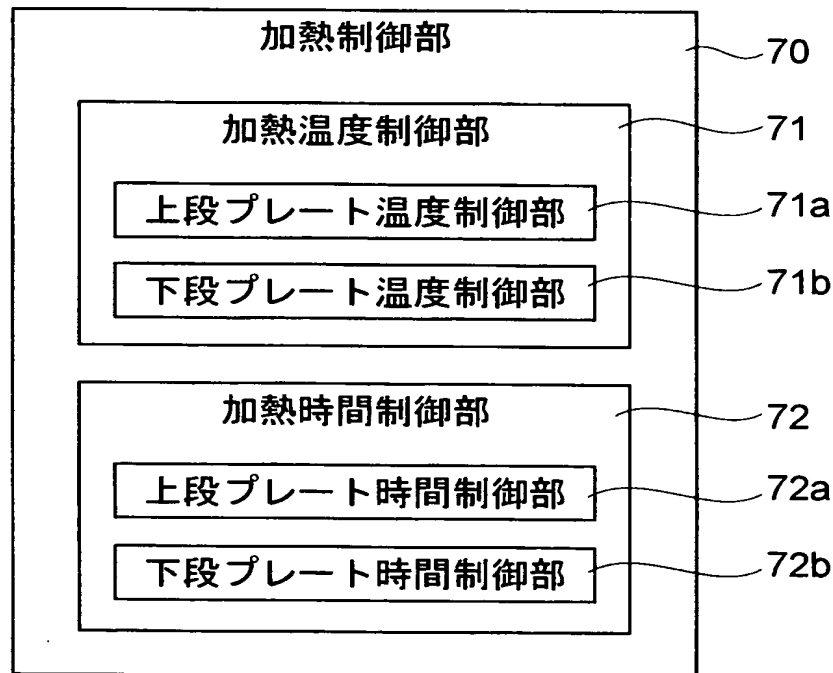


【図 5】

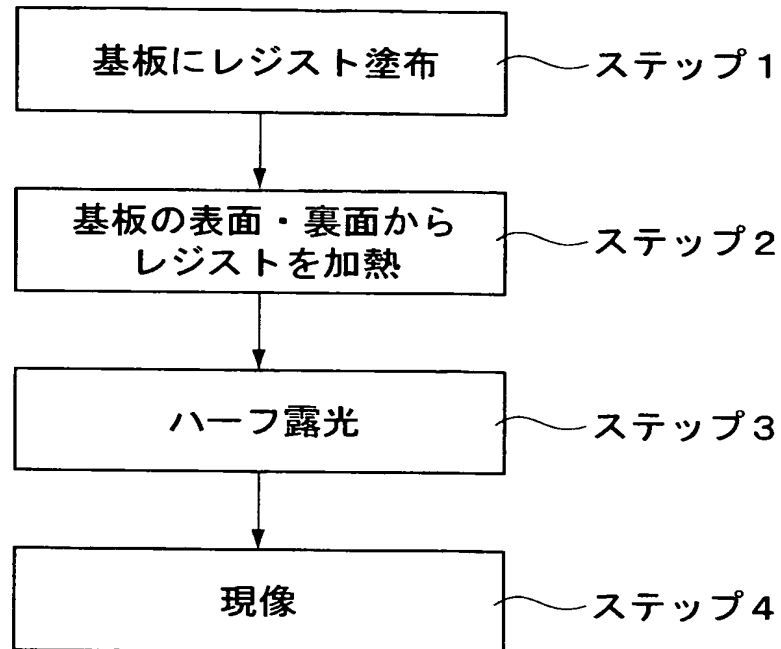
(a)



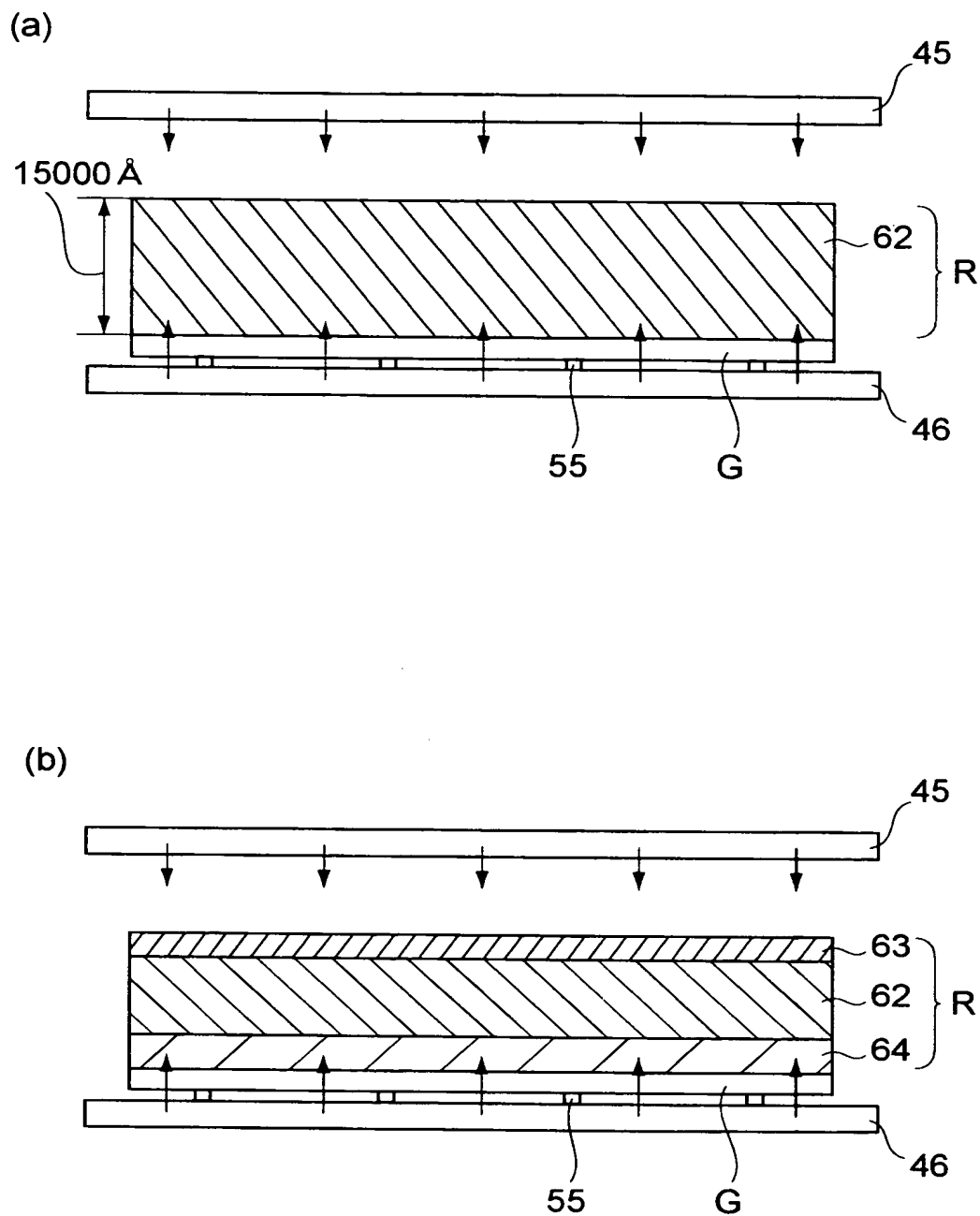
(b)



【図 6】



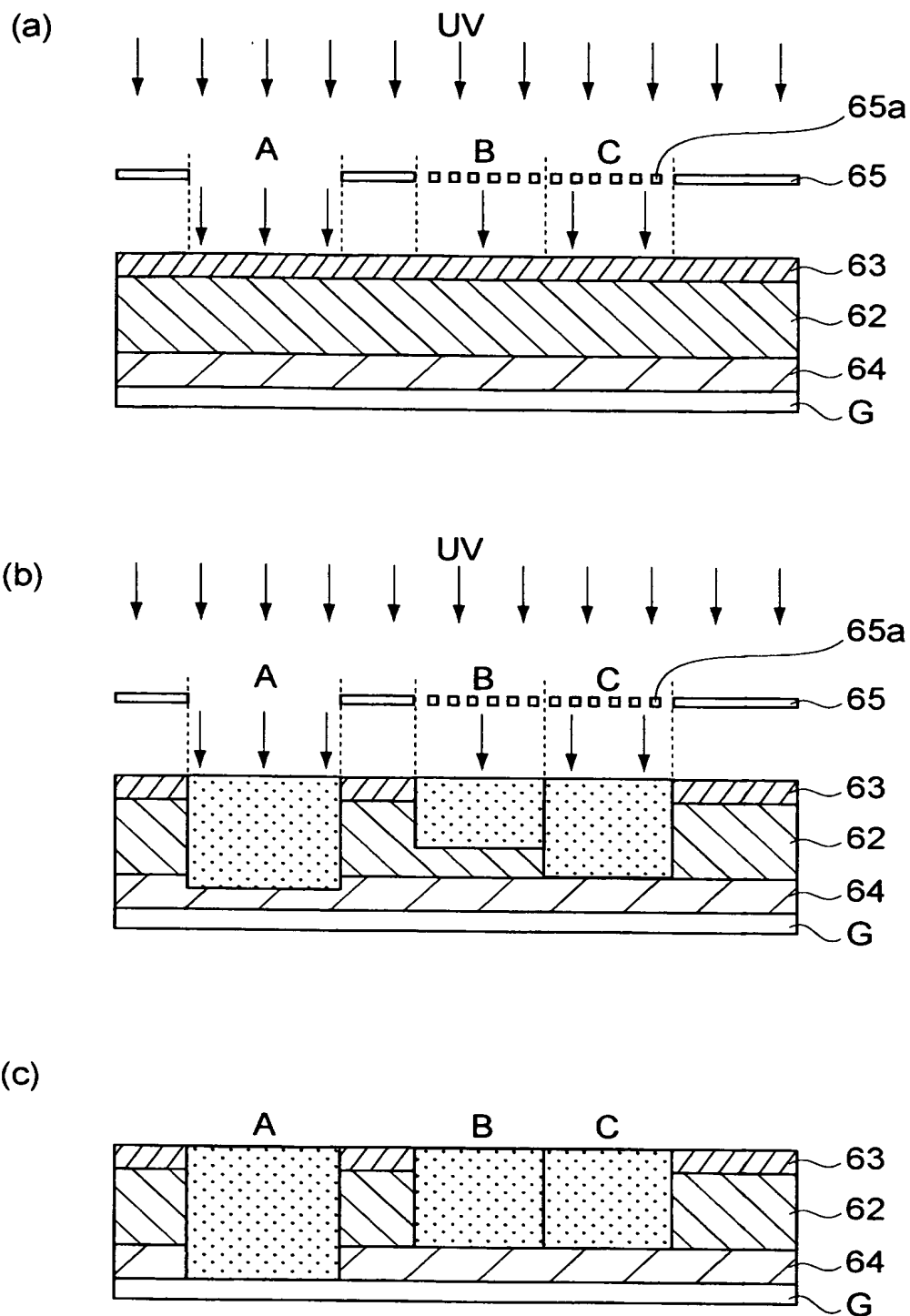
【図 7】



【図 8】

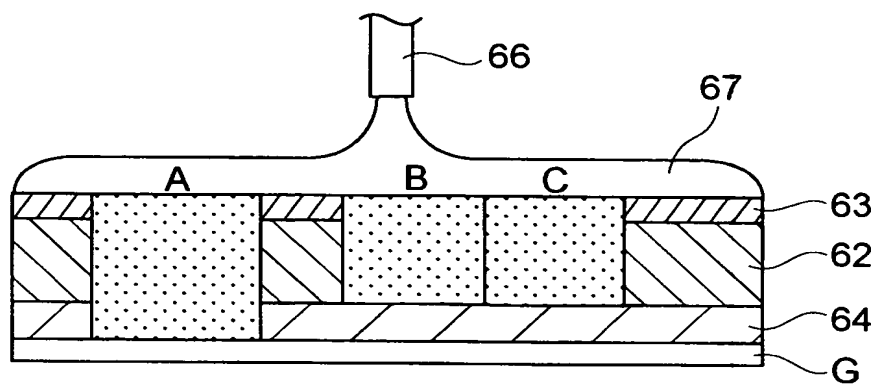
	上段プレート温度	下段プレート温度	排気圧	加熱時間
最適制御範囲	70℃～200℃	90℃～150℃	5Pa～100Pa	60sec～300sec
ノボラック樹脂系	70℃～200℃	135℃	10Pa～50Pa	180sec

【図 9】

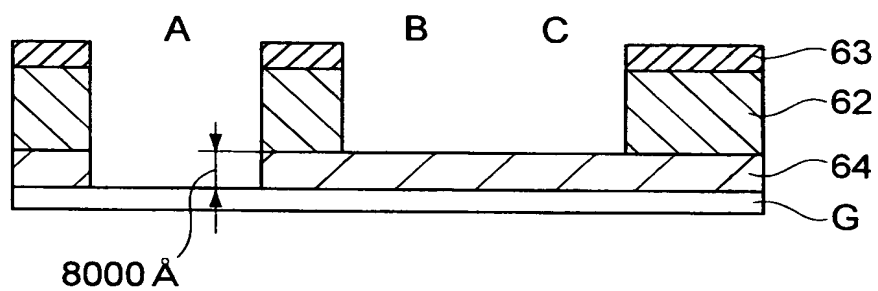


【図 10】

(a)

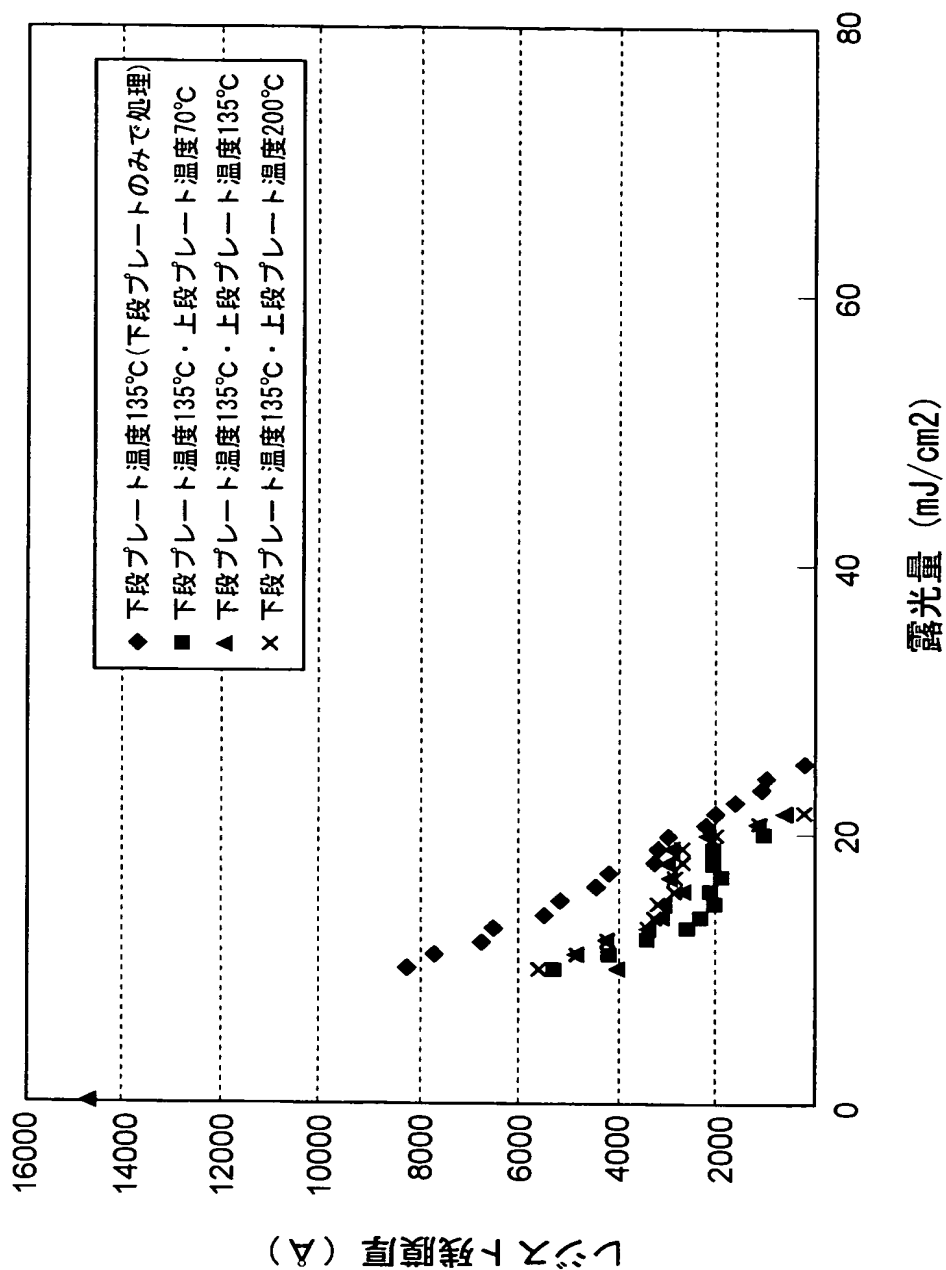


(b)



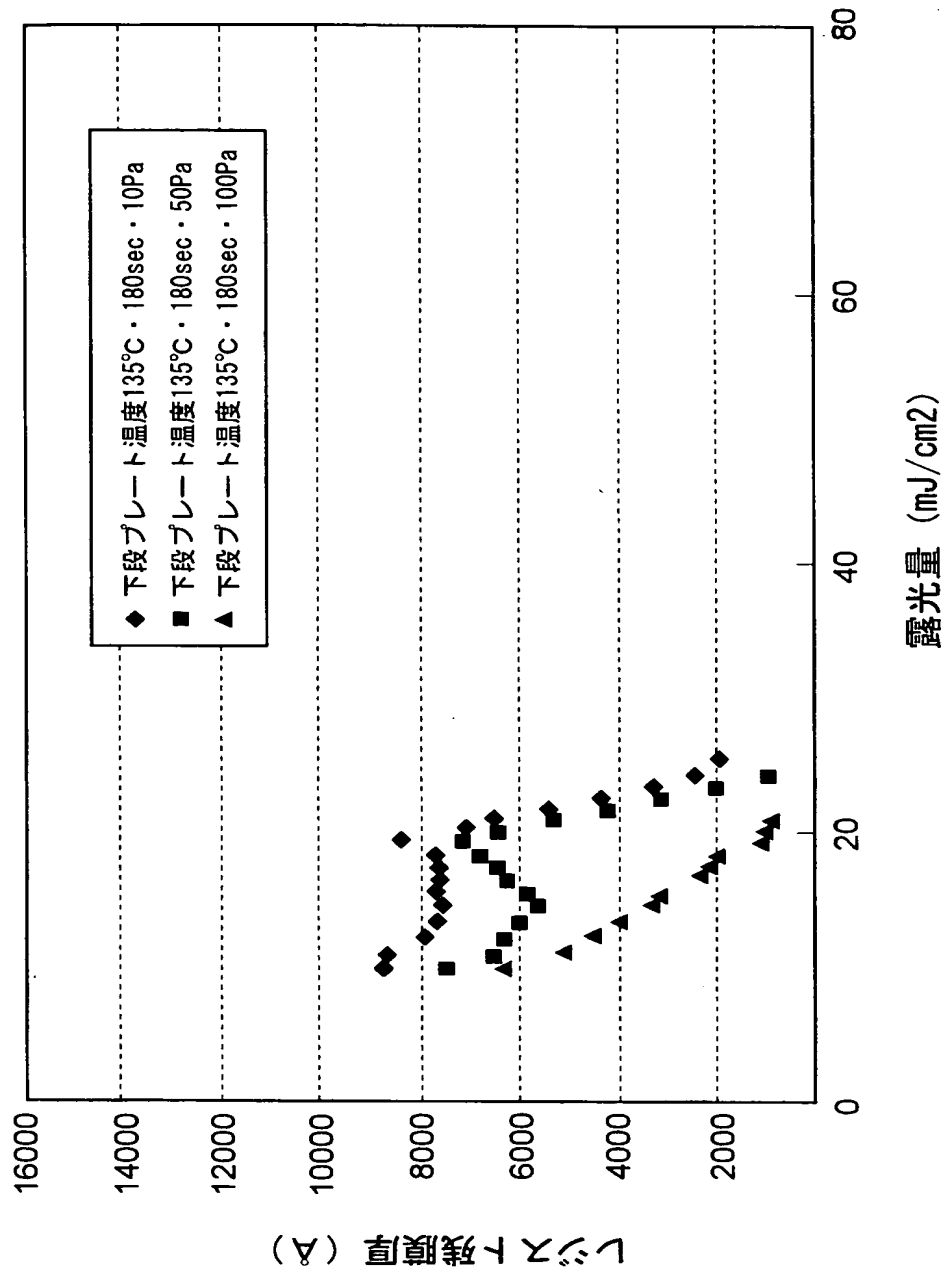


【図 11】



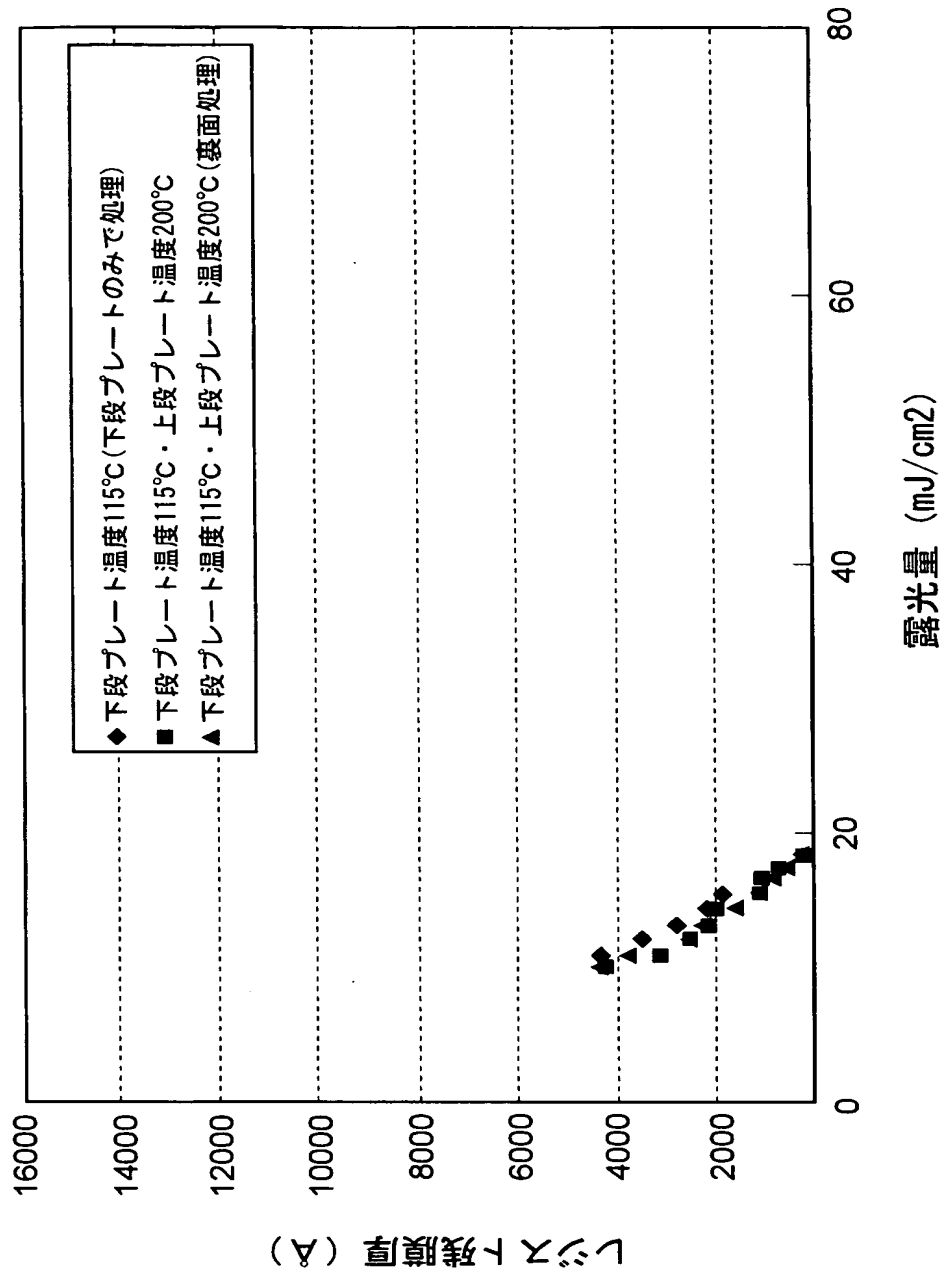
FPDおよびCTの感度曲線比較

【図 12】



FPDおよびCTの感度曲線比較

【図 13】



FPDおよびCTの感度曲線比較

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ハーフ露光された部分の残膜の均一性を向上させること。

【解決手段】 処理室 42 は、実際に基板 G の加熱処理を行うところであり、基板 G の表面からレジスト R を加熱する上段プレート 45、基板 G の裏面からレジスト R を加熱する下段プレート 46 及び処理室 42 内のガスを排気する排気口 47 を有する。上段プレート 45 は、上部駆動機構 43 を構成する上部エアシリンダ 51 により処理室 42 内を垂直方向に昇降可能に設けられる。下段プレート 46 は、処理室 42 の床 42b に載置される。排気口 47 は、配管 48 を介してポンプ 50 に接続される。上段プレート 45、下段プレート 46 による加熱温度、加熱時間は、加熱制御部 70 により制御される。処理室 42 内の気圧の制御は、気圧制御部 73 によりポンプ 50 が制御されることで行われる。

【選択図】 図 4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 7 2 2 9 2
受付番号	5 0 3 0 0 4 3 3 7 1 8
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 3 月 1 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 3月17日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 7 2 2 9 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 1 9 9 6 7 ]

1. 変更年月日                    1 9 9 4 年    9 月    5 日  
    [変更理由]                    住所変更  
        住 所                    東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 6 号  
        氏 名                    東京エレクトロン株式会社
  
2. 変更年月日                    2 0 0 3 年    4 月    2 日  
    [変更理由]                    住所変更  
        住 所                    東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号  
        氏 名                    東京エレクトロン株式会社